

PABRIK VINYL ACETATE DARI ACETYLENE DAN ACETIC ACID DENGAN PROSES VAPOR PHASE

PRA RENCANA PABRIK



Oleh :

MOHAMAD HAMDAN SULTONIK

0631010077

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2011**

**PABRIK VINYL ACETATE DARI ACETYLENE DAN ACETIC
ACID DENGAN PROSES VAPOR PHASE**

PRA RENCANA PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Jurusan Teknik Kimia

Oleh :

MOHAMAD HAMDAN SULTONIK

0631010077

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

**PABRIK VINYL ACETATE DARI ACETYLENE DAN ACETIC
ACID DENGAN PROSES VAPOR PHASE**

Oleh :

MOHAMAD HAMDAN SULTONIK

0631010077

Disetujui untuk diajukan dalam Ujian Lisan

Dosen Pembimbing

Ir. SANI, MT

NIP. 19630412 199103 2 001

INTISARI

Vinyl acetate adalah senyawa organik turunan asam karboksilat, yang salah satu atom karbonnya mengandung ikatan rangkap. Secara Internasional Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) disebut asam butenoat. Rumus bangunnya adalah $\text{CH}_3\text{COOHC}=\text{CH}_2$ atau rumus molekulnya adalah $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ dengan berat molekul 86,09.

Dalam industry kimia, vinyl acetate banyak digunakan secara luas karena merupakan produk antara. Vinyl acetate biasanya sebagai suatu monomer, dimana sebagai salah satu bahan baku industry polimer dengan keadaan yang stabil atau tidak mudah terdekomposisi. Kebutuhan vinil asetat naik rata-rata 15 % pertahun, Konsumsi utama vinyl acetate adalah untuk industry polivinil acetate (PVA) dan untuk industry kopolimer vinyl acetate, yang nantinya akan digunakan sebagai pelarut cat, zat pekat (adhesive) dan pelapis kertas yang banyak terdapat di Indonesia. Kebutuhan vinil asetat masih dipenuhi dari impor karena pabrik vinil asetat belum ada di Indonesia. Impor vinil asetat berasal dari Amerika Serikat, Jepang, dan Taiwan (Indochemical, 1988).

Pra rencana pabrik ethylene dichloride beroperasi secara continue dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Kapasitas Produksi : 40.000 ton / tahun
2. Kebutuhan Bahan Baku :
 - Acetylene : 1615,0312 kg / jam
 - CH_3COOH : 3726,9951 kg / jam
3. Waktu Operasi : 330 hari/tahun ; 24 jam/hari
4. Massa Konstruksi : 2 tahun
5. Lokasi Pabrik : Kecamatan Manyar, Gresik, Jawa Timur

6. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas
7. Sistem Organisasi : Garis dan Staff
8. Analisa Ekonomi :
 1. Fixed Capital Investment (FCI) : Rp 47.554.949.121
 2. Working Capital Investment (WCI) : Rp. 139..782.569.157
 3. Total Capital Investment (TCI) : Rp. 273.667.044.052
 4. Biaya Produksi Total : Rp. 559.127.977.825
 5. Hasil Penjualan Produk : Rp. 680.000.000.000
 6. Internal Rate of Return : 26,37 %
 7. Rate of Investment : 26,78 %
 8. Pay Out Period : 3,5 tahun
 9. Break Even Point (BEP) : 30 %

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia yang mengalami peningkatan baik dalam hal kualitas maupun kuantitas menyebabkan kebutuhan bahan baku serta bahan penunjang untuk industri kimia semakin meningkat pula. Vinyl asetat merupakan bahan kimia antara yang dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan polivinil asetat, vinil asetat kopolimer, polivinil alkohol, dan vinil klorid.

Factor-faktor yang mendukung berdirinya pabrik vinyl acetate adalah :

1. Cukup banyaknya permintaan vinyl acetate dalam negeri
2. Tersedianya bahan baku di Indonesia

Vinyl acetate adalah senyawa organik turunan asam karboksilat, yang salah satu atom karbonnya mengandung ikatan rangkap. Secara Internasional Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) disebut asam butenoat. Rumus bangunnya adalah $\text{CH}_3\text{COOHC}=\text{CH}_2$ atau rumus molekulnya adalah $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ dengan berat molekul 86,09.

Dalam industri kimia, vinyl acetate banyak digunakan secara luas karena merupakan produk antara. Vinyl acetate biasanya sebagai suatu monomer, dimana sebagai salah satu bahan baku industri polimer dengan keadaan yang stabil atau tidak mudah terdekomposisi. Kebutuhan vinil asetat naik rata-rata 15 % pertahun, Konsumsi utama vinyl acetate adalah untuk industri polivinil acetate (PVA) dan untuk industri kopolimer vinyl acetate, yang nantinya akan digunakan sebagai pelarut cat, zat pelekat (adhesive) dan pelapis kertas yang banyak terdapat di Indonesia. Kebutuhan vinil asetat masih dipenuhi dari impor karena pabrik vinil asetat belum ada di Indonesia. Impor vinil asetat berasal dari Amerika Serikat, Jepang, dan Taiwan (Indochemical, 1988).

Berdirinya pabrik vinil asetat akan mencukupi kebutuhan vinil asetat dalam negeri, dapat memanfaatkan bahan baku yang tersedia, dan juga untuk menambah devisa negara dengan mengekspor hasilnya.

I.2 Hasil Pengolahan Vinyl Acetate

Ø Polivinyll acetate	40 %
Ø Polivinyll alcohol	25 %
Ø Polivinyll formal dan butyral	20 %
Ø Polivinyll copolymers	15 %

I.2 Sifat Bahan dan Produk

Bahan yang ada dalam proses ini digolongkan menjadi tiga macam,yaitu: Bahan baku, Bahan pembantu, Bahan jadi (Produk).

1. Sifat Bahan baku

Acetylene

Nama lain	= Ethyne
Rumus molekul	= C_2H_2
Berat molekul	= 26.04
Warna	= Colorless
Bentuk	= Gas
Specific Gravity	= 0.906
Melting Point; $^{\circ}C$	= - 81.5
Boiling Point; $^{\circ}C$	= - 84
Solubility, Water	= 100
Solubility, alkohol	= 600

Acetic Acid (asam asetat)

Nama lain	= Ethanoic Acid
Rumus molekul	= CH_3COOH
Berat molekul	= 60.05
Warna	= Colorless
Bentuk	= Liquid
Specific Gravity	= 1.049
Melting Point; $^{\circ}\text{C}$	= 16.7
Boiling Point; $^{\circ}\text{C}$	= 118.1
Solubility, Water	= ~
Solubility, alkohol	= ~

2. Sifat Bahan Pembantu

Katalis karbon aktif

Rumus molekul	= C
Berat molekul	= 12.01
Warna	= hitam
Densitas	= 1.8 -2.1 gr/ml
Titik didih; $^{\circ}\text{C}$	= 4200°C

Zinc Acetate

Rumus molekul	= $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Berat molekul	= 183.47
Bentuk	= kristal monoklinik

Warna	= putih
Densitas	= 1.735 gr/ml
Titik didih; °C	= 907
Titik lebur; °C	= 200

3. Sifat Produk

Vinyl acetate

Nama lain	= Ester vinyl asam asetat
Rumus molekul	= $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$
Berat molekul	= 86.09
Warna	= Colorless
Bentuk	= Liquid
Specific Gravity	= 0.932
Melting Point; °C	= < - 60
Boiling Point; °C	= 72.7
Solubility, Water	= 2
Solubility, alkohol	= ~

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Tinjauan Proses

Pembuatan suatu vinyl acetate dapat dibedakan berdasarkan peralatan proses, bahan baku yang digunakan dan proses yang digunakan. Beberapa Beberapa tingkatan kadar produk vinyl acetate tergantung pada proses yang digunakan maupun aplikasi dari produk vinyl acetate. Adapun pembuatan vinyl acetate adalah sebagai berikut :

1. Vinyl acetate dari Acetylene dan Acetic acid dengan proses liquid phase
2. Vinyl acetate dari Acetylene dan Acetic acid dengan proses vapour phase

II.1.A Vinyl acetate dari Acetylene dan Acetic acid dengan proses liquid phase

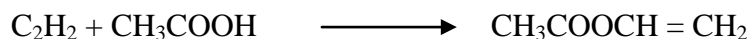
Pada pembuatan vinyl acetate dengan proses ini dapat dibagi menjadi 4 tahap utama, secara ringkas proses yang terjadi dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Pada tahap ini, ditunjukkan untuk persiapan katalis. Adapun yang terjadi adalah persiapan bahan baku : oleum, acetic acid dan mercuric oxide. Semua bahan diatas tersebut dicampur dengan komposisi yang proposional. Kemudian ditambahkan asam sulfat berlebih ke dalam larutan.

2. Tahap reaksi

Bahan baku acetic acid liquid, acetylene dan katalis diumpankan pada sebuah reactor untuk direaksikan dan mendapatkan produk vinyl acetate dengan yield 90 %. Reaksi dipertahankan pada suhu 60⁰C sampai 80⁰C.



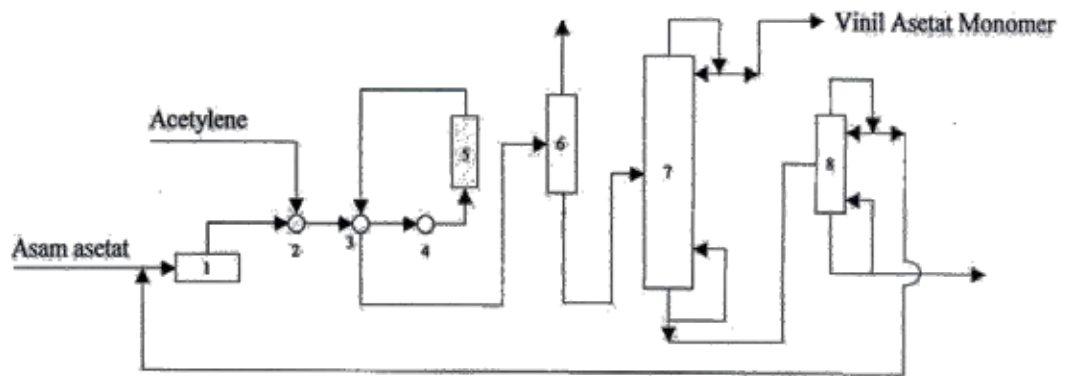
3. Tahap Pemisahan

Pada tahap ini, keluaran atas dari reactor yang berupa uap kemudian dikondensasi pada sebuah kondensor. Liquid vinyl acetate kemudian didistilasi pada sebuah kolom distilasi untuk mendapatkan kadar vinyl acetate yang diharapkan.

4. Tahap Pemurnian Bahan Baku

Produk bawah reactor yang merupakan sisa reaksi pada reaksi pembentukan vinyl acetat, kemudian dimurnikan pada sebuah sludge settler. Produk yang murni kemuian dipanaskan pada sebuah furnace untuk kemudian diumpankan kembali menuju ke tahap pertama.

II.1.B Vinyl acetate dari Acetylene dan Acetic acid dengan proses vapour phase

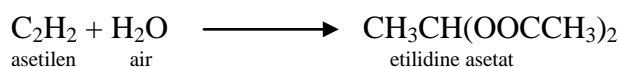
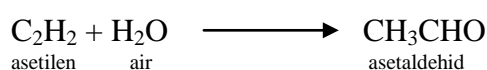
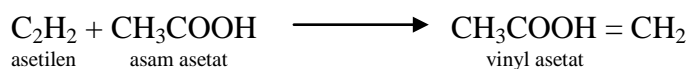


Gambar . Diagram Alir Vinyl acetate dengan bahan baku asetilen

Keterangan :

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Alat penguap | 5. Reaktor |
| 2. Alat pencampur | 6. Drum Pemisah |
| 3. Alat penukar panas | 7. Kolom Distilasi I |
| 4. Heater / pemanas | 8. Kolom Distilasi II |

Asam asetat diuapkan di dalam alat penguap sampai suhu 120⁰C, kemudian direaksikan dengan gas asetilen di dalam reaktor dengan suhu operasi 180⁰C – 210⁰C dengan tekanan 115 – 122 Kpa. Sebelum masuk reaktor, umpan dipanaskan dulu di dalam pemanas (Heater) untuk mencapai temperatur operasi. Katalis yang digunakan adalah Zinc asetat yang dimasukkan dalam karbon aktif. Reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah sebagai berikut :



gas keluar reactor adalah vinyl asetat dan impurities yang selanjutnya dimurnikan dengan distilasi. Distilasi digunakan untuk memisahkan produk vinyl asetat, asetaldehid dan asam asetat yang tidak bereaksi.

Bahan peralatan yang digunakan berupa baja stainless karena sifat bahan dan kondisi operasi yang sangat korosif. Kontak monomer setelah proses distilasi dengan logam tembaga harus dihindari karena logam tembaga mempunyai sifat menghambat proses polimerisasi, namun logam tembaga masih digunakan untuk mencegah polimerisasi selama distilasi.

II.2 Pemilihan Proses

Pembatas	Liquid phase	Vapour phase
bahan utama	Acetic acid	Acetic acid
Bahan pembantu	acetylene	acetylene
Kondisi bahan utama	Liquid	Gas
Katalis	HgO	Zn
Reaktor	Mixed	Tubular
Suhu Reaksi	60 – 80 °C	200 °C
Modal biaya	Tinggi	Rendah
Yield Reaksi	90%	90%
Kemurnian Produk	90%	99,8%

Dari table diatas, maka dapat dipilih pembuatan vinyl acetate dari acetylene dan acetic acid dengan proses vapour phase dengan pertimbangan :

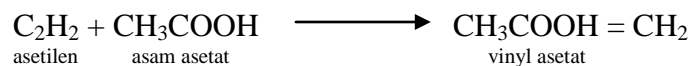
1. Modal biaya (lebih rendah)
2. Yield reaksi tinggi (90%)
3. Kemurnian produk (99,8%)

II.3 Uraian Proses

Larutan asam asetat di pompa ke alat penguap yang berupa shell dan tabung. Proses penguapan dalam alat penguap dilakukan sampai mencapai suhu 1200C. uap asam asetat dari alat penguap dicampur dengan gas asetilen sebelum dilarikan ke reactor. Campuran gas tersebut kemudian dialirkan melalui alat penukar panas agar mengalami pertambahan panas sampai mencapai suhu 1300C. media pemanas yang digunakan adalah uap vinyl asetat yang keluar dari reactor. Selanjutnya uap umpan

keluar penukar panas dialirkan ke pemanas mula sampai mencapai suhu reaksi dalam reactor, yaitu sekitar 2000C.

Umpan berupa uap asam asetat dan asetilen dari pemanas mula masuk ke reactor lewat bagian bawah, yang selanjutnya mengalami kontak dengan katalisator zunc asetat yang dimasukkan pada karbon aktif. Pada bagian dalam reactor berupa tabung-tabung tegak dan teratur yang berisi katalis. Sedangkan diluar tabung berupa shell yang berisi sirkulasi aliran downtherm untuk mendinginkan panas reaksi yang terjadi. Reaksi berlangsung pada suhu 1800C dan tekanan 115 – 122 Kpa. Reaksi antara asam asetat dan asetilen yang menghasilkan uap vinyl asetat ditunjukkan oleh persamaan reaksi di bawah ini :



reaksi bersifat eksotermis sehingga panas reaksi besar, yang mengharuskan pengontrolan tempratur secara tepat. Selain terjadi reaksi antara asetilen dengan asam asetat membentuk vinyl asetat, di dalam reactor juga terbentuk asetaldehid dan atilidine diasetat sebagai produk dari reaksi samping. Uap produk keluar reactor pada suhu 2000C.

Pada flash drum terjadi pemisahan antara gas-gas yang mudah menguap dengan gas-gas yang mudah mengembun. Uap yang mengembun adalah campuran vinyl asetat dipompa masuk ke dalam kolom distilasi I untuk dipisahkan. Sedangkan uap asetilen dimurnikan kembali dari kotoran-kotorannya dalam absorber untuk kemudian di recycle.

Pada prinsipnya proses pemurnian sama dengan proses pemisahan, yang mana vinyl asetat produk dipisahkan dari asam asetat yang tidak bereaksi dengan cara distilasi untuk memperoleh vinyl asetat dengan kemurnian 99,8%.

Kolom vinyl asetat ini dilengkapi dengan kondensor dan reboiler untuk menyempurnakan pemurnian sampai dicapai produk dengan kemurnian tinggi dan hasil seoptimal mungkin. Vinyl asetat mempunyai titik didih yang lebih rendah dari pada asam asetat, sehingga pada kolom ini vinyl asaetat diperoleh sebagai produk atas sebagai distilat

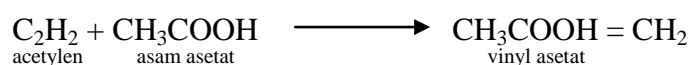
Dari table diatas, maka dapat dipilih pembuatan vinyl acetate dari acetylene dan acetic acid dengan proses vapour phase dengan pertimbangan :

1. Modal biaya (lebih rendah)
2. Yield reaksi tinggi (90%)
3. Kemurnian produk (99,8%)

II.3 Uraian Proses

Gas acetylene dari tanki penampung di alirkan ke reactor melewati Heat Exchanger untuk menaikkan suhu sampai 180°C. Larutan asam asetat dari tanki penampung di alirkan dengan pompa menuju ke evaporizer melewati Heat Exchanger untuk menaikkan suhu sampai 80°C. Dari evaporizer dialirkan menuju reactor melewati Heat Exchanger untuk menaikkan suhu sampai 180°C dan kondensor untuk menaikkan tekanan dari 1 atm hingga 1,2 atm.

Umpan berupa uap asam asetat dan acetylen masuk ke reactor lewat bagian bawah, yang selanjutnya mengalami kontak dengan katalisator zinc asetat. Pada bagian dalam reactor berupa tabung-tabung tegak dan teratur yang berisi katalis. sedangkan diluar tabung berupa shell yang berisi sirkulasi aliran pendingin untuk mendinginkan panas reaksi yang terjadi. Reaksi bersifat eksotermis sehingga panas reaksi besar, yang mengharuskan pengontrolan temperatur secara tepat. Reaksi berlangsung pada suhu 180°C dan tekanan 1,2 atm. Reaksi antara asam asetat dan acetylen yang menghasilkan vinyl asetat ditunjukkan oleh persamaan reaksi di bawah ini :



Selain terjadi reaksi antara acetylen dengan asam asetat membentuk vinyl asetat, di dalam reactor juga terbentuk asetaldehid dari



reaksi samping. Uap produk keluar reactor pada suhu 180°C , campuran tersebut dialirkan ke kondensor sehingga mengalami kondensasi dan dialirkan ke drum separator. Uap dari drum separator yang tidak terkondensasi oleh kondensor dialirkan menuju ke scrubber untuk diserap sebelum di buang di udara. Sedangkan liquid dari drum separator terdiri dari asam asetat, H_2O dan Vinyl Acetate dialirkan menuju distilasi I untuk dipisahkan melewati Heat Exchanger untuk menaikkan suhu dari 60°C menjadi $74,17^{\circ}\text{C}$.

Distilasi I ini dilengkapi dengan kondensor dan reboiler untuk menyempurnakan pemurnian sampai dicapai produk dengan kemurnian tinggi dan hasil seoptimal mungkin. Vinyl asetat mempunyai titik didih yang lebih rendah dari pada asam asetat, sehingga pada kolom ini vinyl asetat diperoleh sebagai produk atas sebagai distilat.